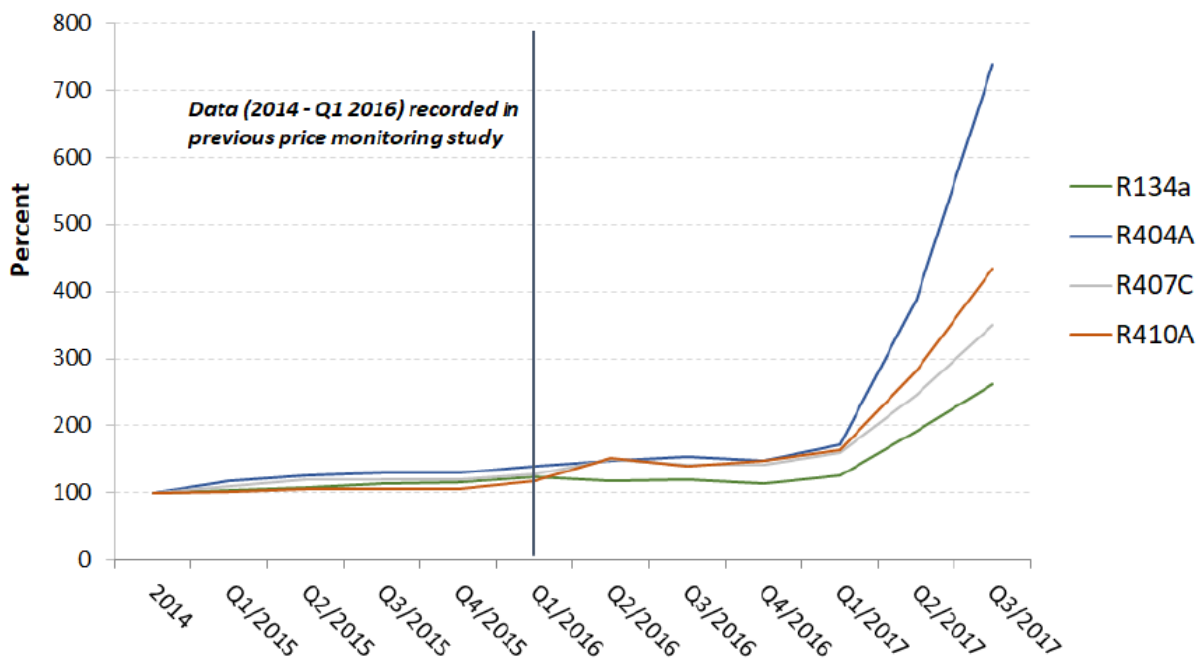


Effekterna av F-gasförordningen oroar värmepumpsindustrin

Köldmedier med höga GWP ersätts av köldmedier med lägre GWP på den europeiska marknaden. Detta till följd av minskade kvoter (mätt i CO₂-ekv.), men detta sker samtidigt som efterfrågan på köldmedier ökar (mätt i kg). När den kommersiella kylsektorn oroas av tillgången på R404A, ifrågasätts också tillgången till andra hög-GWP-köldmedier. Bland annat har Svenska Kyl & Värmepumpföreningen begärt att svenska staten ska begära undantag för värmepumpar hos EU-kommissionen.

Oron kring den framtida tillgången på R410A och andra köldmedier

Under 2017 drabbades alla hög-GWP-köldmedier av kraftiga prisökningar som ett resultat av den kvotreglering som fastställs i F-gasförordningen. Figur 1 visar resultaten av den löpande prishöjningen baserat på information från 31 serviceföretag. Som framgår har R404A, GWP 3922, haft en kraftig prisökning under 2017, men priserna ökade även för R410A, R134a och R407C.



Figur 1. Genomsnittliga inköspriser (uttryckt i Euro per ton CO₂-ekv., indexerade till 2014 år) för de vanligaste köldmedierna [1]

Som synes finns det en koppling mellan pris och GWP för respektive köldmedium. Detta är en effekt av kraven i F-gasförordningen som begränsar mängden av fluorerade gaser (mätt i deras CO₂-ekvivalenter) som får placeras på den europeiska marknaden under ett år.

Den Europeiska kommissionen övervakar kvartalsvis prisutvecklingen inom sektorn. Det erkänner att prisökningarna är tydligt relaterade till GWP av köldmediet och därför återspeglar förväntningar om att successiva kvotminskningar i allt högre grad skulle gynna användningen av låg GWP HFC:er och naturliga alternativ. Dessutom ser den Europeiska kommissionen det nya höga priset som "ett bra incitament för intressenter att byta till låg- GWP-tekniker, var och när det är möjligt, för att förhindra läckage och att återvinna gaser" [2].

Medan R404A gradvis ersätts av alternativ inom kommersiell kyla kommer den kraftiga kvotbegränsningen också leda till att tillgången till R134a och R410A minskas. Våra uppskattningar visar att det inte räcker med att endast ersätta R404A med alternativa köldmedier, givet att mängden tillfört köldmedium förblir vid tidigare nivåer. Dessa slutsatser bygger på data som rapporterats in av företag gällande produktion, import, export och destruktion av fluorerade växthusgaser i Europeiska Unionen [3]. Det är därför nödvändigt att minska användningen av andra hög-GWP-gaser så snart som möjligt för att undvika problem med brist på tillgänglighet.

SKVP begär undantag för värmepumpar

För någon månad sedan begärde Svenska Kyl & Värmepumpföreningen (SKVP) att svenska staten ska äska om undantag hos Europeiska Unionen enligt artikel 15.4 i F-gasförordningen för produkter angivna i Ecodesigndirektivets Lot1 (pannor och värmepumpar), samt Lot2 (varmvattenberedare och ackumulatortankar). Detta är för att ge värmepumpbranschen tillgång till köldmedier utanför F-gasförordningens kvotsystem för att kunna säkra en kvalitativ, och energieffektiv övergång till nya låg-GWP-köldmedier [4].

SKVP nämner följande utmaningar och hinder som finns för värmepumprådet [10]:

- *De flesta låg GWP-köldmedierna är brandfarliga i högre eller lägre grad. Något som i de flesta EU-länder skapar problem då varken byggregler eller branschstandarder ännu hunnit uppdateras och anpassas.*
- *Marknadspriserna på F-gaser har stigit enormt under året, i vissa fall med upp mot 1000%. Trots detta har det visat sig att flertalet aktörer inom vår bransch, allt från tillverkare, via grossister till installatörer allt oftare har svårt att få tag på erforderliga mängder med köldmedium för att säkra leveranser av utrustning och driften av anläggningar.*
- *Användandet av låg GWP-köldmedier kräver en i stort sett helt ny konstruktionslösning. En lösning som inte bara behöver ta hänsyn till tekniska, och säkerhetsmässiga utmaningar utan även kraven på hög energieffektivitet och driftsäkerhet.*
- *Nödvändiga komponenter såsom kompressorer och värmeväxlare har av tillverkarna så här långt främst utvecklats mot områdena industrikyla och luftkonditionering. Det relativt sett mindre segmentet värmepumpar har tills nyligen varit i stort sett oprioriterat. Konsekvensen av detta är en brist i tillgång på nyckelkomponenter både till antal och kapacitet.*

Den förväntade bristen på köldmedier kan minska försäljningen av värmepumpar och istället leda konsumenter till alternativa tekniker, såsom fossilbränslen baserade pannor. Detta strider mot de europeiska och globala målen för att minska utsläppen av växthusgaser.

Diskussionerna om effekterna av F-gasförordningen på värmepumpsindustrin förs också av European Heat Pump Association (EHPA). EHPA, föreningen som representerar majoriteten av den europeiska värmepumpindustrin, för närvarande en dialog med Europeiska kommissionen om konsekvenserna av F-gasregleringen för europeiska värmepumpstillverkare.

Alternativa köldmedier till R410A

Över 60 miljoner kemiska strukturer har analyserats på jakt efter nya låg-GWP-köldmedier [5]. Genom att använda ett antal filter som krävs för att molekylerna ska kunna betraktas som ett köldmedium har listan över potentiella ämnen som är lämpliga för att användas i värmepumpsystem gradvis minskat till 28 alternativ [6].

Koldioxid är det enda icke brännbara och icke giftiga köldmedium som har identifierats i studien. CO₂ som köldmedium har vunnit popularitet i värmepumpar avsedda för varmvattenberedning. Sådana

värmepumpar har utvecklats av ett antal japanska tillverkare. På grund av sin låga kritiska temperatur på 31 °C kan den dock endast användas i transkritisk cykel och vid mycket högre tryck än för konventionella köldmedier. Medan det är lämpligt för vissa värmepumpapplikationer kan den inte anses vara en ersättning för R410A i alla applikationer, där användningen av andra köldmedier är lämpligare.

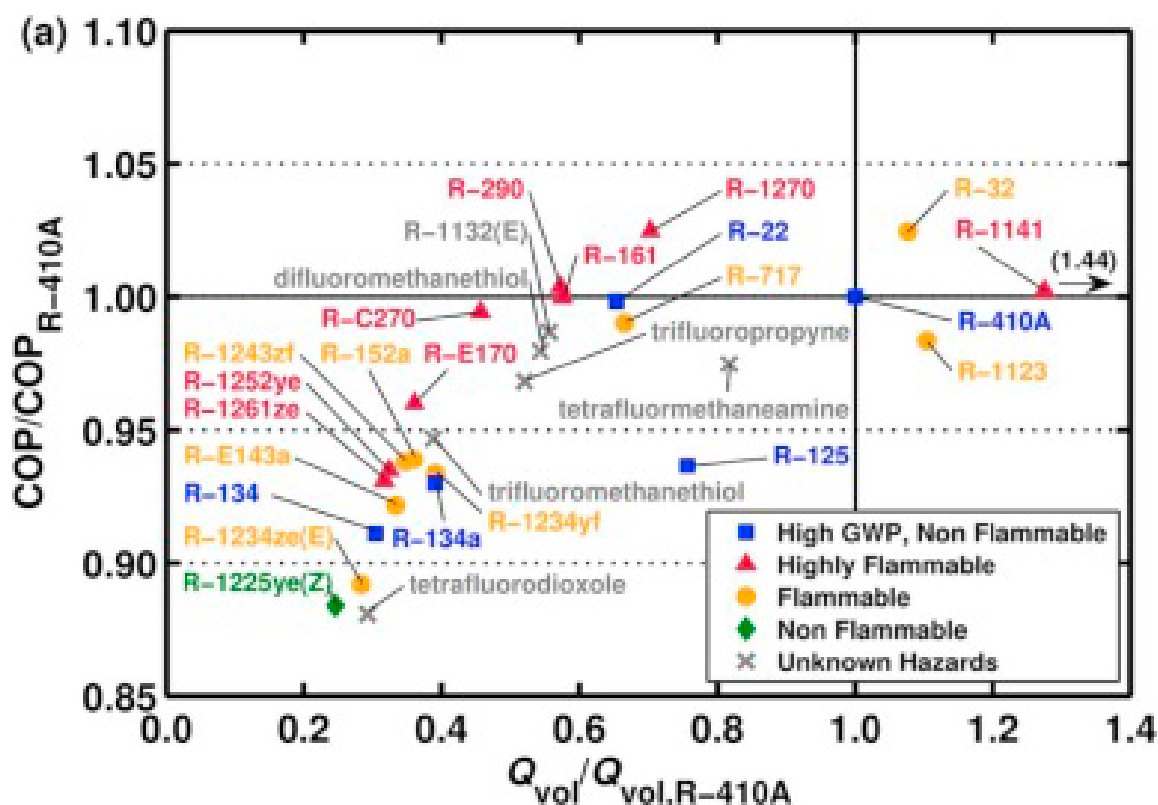
Etan (R170), fluormetan (R41) och 1-1-difluoreten (R1132a) är också fluider med relativt låga kritiska temperaturer (32°C, 44°C respektive 51°C) och kan därför inte heller användas i traditionell subkritisk värmepumpcykel vid rimliga kondenseringstemperaturer. Dessa är också brännbara och i fallet med R1132a, potentiellt giftigt.

En annan icke brännbar substans som identifieras är 1,2,3,3,3-pentafluorpropen - R1225ye(Z). Ämnet har utvecklats främst som ett skumblåsmiddel men utvecklingen har avbrutits efter att man observerat dess toxicitet, som kan resultera i flera biverkningar hos testdjuren [7]. På grund av bristen på icke brännbara låg-GWP-köldmedier finns ändå ett visst intresse av att utveckla köldmedieblandningar som använder R1225ye(Z). Toxiciteten hos R1225ye(Z) tillsammans med dess mycket låga, jämfört med R410A, modellerade volymetrisk köldalstring och lägre köldfaktor (COP) gör det osannolikt att detta köldmedium kommer att kommersialiseras i värmepumpstillämpning inom överskådlig framtid.

Resten av de observerade köldmedierna är brännbara. Den fullständiga listan över de analyserade ämnena innefattar ett litet antal nya molekyler, men majoriteten är välkända, inklusive bl. a. ammoniak (R-717), propan (R-290) och nio HFO-köldmedier.

De identifierade köldmediernas prestanda har simulerats av forskarna i grundcykeln (dvs. cykel som består enbart av förångare, kondensator, kompressor och en expansionsanordning) [6]. Simuleringen använder en ångkompressionscykelmodell kallad CYCLE_D-HX som tar hänsyn till termodynamiska och transportegenskaper för köldmediet [11]. Till exempel tar modellen hänsyn till skillnaden i värmeöverföringsegenskaper hos olika köldmedier. Det görs också en avvägning mellan tryckfallet och värmeöverföringskoefficienten vid olika massflödestätheter som kan erhållas genom olika val av kanaldiametrar i värmeväxlarna. Modellen ger därför en mer realistisk representation av ett värmepumpsystem som är optimerat för ett visst köldmedium.

Resultaten för de simulerade nya köldmedierna (och flera hög-GWP-köldmedier som referens) för värmeapplikation med hänvisning till en värmepump med användning av R-410A, visas i figur 2. Referensbetingelserna motsvarade en förångningstemperatur på -10 °C och en kondenseringstemperatur på 30 °C. Den isentropiska verkningsgraden hos kompressorn antogs vara en funktion av tryckförhållandet med medelvärde vid ca 70% [6] [11]. Flera andra modelleringsparametrar beskrivs inte, men denna studie kan ändå användas för ytterligare jämförelser av köldmedier.



Figur 2. Modellerad diagramköldfaktor (COP) och volymetrisk köldalstring i värmepump inklusive effekt av transportegenskaper (jämfört med R410A värmepump) för utvalda köldmedier [6].

Sex nya molekyler har identifierats i screeningen: tetrafluorodioxol, trifluoromethanliol, trifluoropropyn, difluoromethanliol, (E)-1,2-difluoroeten (R-1132(E)), och tetrafluoromethanamin. Deras COP och volymetriska köldalstring är inte överlägsen den hos de mer kända köldmedierna (t ex R32, ammoniak, propan, propen). De är brännbara och kan ge okända risker eftersom de inte studerats så ingående.

Vid de simulerade förhållandena är endast några köldmedier överlägsna R410A vad gäller COP och/eller volymetrisk köldalstring. Propan (R290) liknar fluoretan (R161) vad gäller COP och volymetrisk köldalstring, men är något sämre än propen (R1270). Dessa är emellertid mycket brännbara. Ammoniak ger något lägre COP än R410A vid högre volymetrisk köldalstring än för propan. Ammoniak är dock giftigt i måttliga koncentrationer och inte kompatibelt med alla material (t.ex. med koppar). R1141 är jämförbar med R410A avseende på COP, men ger bättre volymetrisk köldalstring (vilket ofta motsvarar högre ångtryck vid samma temperatur). Den kritiska temperaturen på R1141 är ganska låg (54 °C), så användningen i värmepumpar är begränsad.

Endast ett köldmedium (R32) är överlägset R410A med avseende på både COP och volymetrisk köldalstring. Detta är ett känt köldmedium med kända egenskaper [8]. Dess GWP är en tredjedel av det för R410A, men fortfarande relativt högt (675). Trots brännbarheten hos R32 används den nu av ett antal värmepumpstillverkare. R32 är givetvis inte en drop-in ersättning till R410A och bör inte användas i R410A-system för ett antal orsaker, inklusive säkerhetshänsyn [9].

Ett antal HFC/HFO-blandningar (t ex R447B, R452B, R454B, R459A) har nyligen introducerats som alternativ till R410A. Dessa blandningar är brännbara och kan inte heller betraktas som drop-in ersättare till R410A i värmepumpsystem.

Sammanfattningsvis finns det inte någon direkt ersättning till R410A bland låg-GWP-köldmedier. De flesta av de tillgängliga alternativen är brännbara. CO₂ är det enda icke brännbara och icke giftiga alternativet, men dess låga kritiska temperatur sätter begränsningar för konstruktionen av CO₂-värmepumpsystemet.

Följ gärna våra publikationer och få vårt digitala nyhetsbrev. Anmäl dig genom att följa länken www.energy.kth.se/ett_news.

Källor

- [1] Öko-Recherche, "Monitoring of HFC prices in the EU," 2018.
- [2] Cooling post, "Brexit on HFC phase down agenda," 27 Feb 2018. Online: www.coolingpost.com/world-news/brexit-hfc-phase-agenda/.
- [3] European Environmental Agency, "Fluorinated greenhouse gases 2017," Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017.
- [4] Svenska Kyl & Värmepumpföreningen, "Undantag för värmepumpar – annars nås inte miljömålen," 01 Feb 2018. Online: skvp.se/aktuellt-o-opinion/nyheter/nyhetsarkiv/undantag-for-varmepumpar--annars-nas-inte-miljomalen.
- [5] M. O. McLinden, S. J. Brown, R. Brignoli, A. F. Kazakov and P. A. Domanski, "Limited options for low-global-warming-potential refrigerants," Nature communications, vol. 8, p. 14476, 2016.
- [6] P. A. Domanski, R. Brignoli, S. J. Brown, A. F. Kazakov and M. O. McLinden, "Low-GWP refrigerants for medium and high-pressure applications," International Journal of Refrigeration, vol. 84, pp. 198-209, 2017.
- [7] P. X. Schuster, "Biotransformation of trans-1,1,1,3-tetrafluoropropene, 2,3,3,3-tetrafluoropropene and 1,2,3,3,3-pentafluoropropene," Würzburg, 2009.
- [8] A. Mota-Babiloni, J. Navarro-Esbrí, P. Makhnatch and F. Molésa, "Refrigerant R32 as lower GWP working fluid in residential air conditioning systems in Europe and the USA," Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 80, pp. 1031-1042, 2017.
- [9] RAC, "'Don't try to retrofit R32 in an R410A system' warns FETA," RAC Magazine, 05 Mars 2018.
- [10] Jonasson, P. "Begäran om undantag enligt artikel 15.4 i F-gasförordningen EU 517/2014", Brev till Naturvårdsverket, Svenska Kyl & Värmepumpföreningen, Bromma. 01 Feb, 2018. Online: goo.gl/sCF4CK
- [11] S. J. Brown, R. Brignoli, P. A. Domanski, "CYCLE_D-HX: NIST vapor compression cycle model accounting for refrigerant thermodynamic and transport properties", NIST Technical Note 1974, Dec 2017. Online: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/TechnicalNotes/NIST.TN.1974.pdf>